

16/10/2018

Rapport Etudes et Réalisations d'Ensembles Pluritechnologiques

Groupe B

Axel ANASTHASE
Vincent TRAN

Année : 2018-2019

Sommaire

Introduction	3
 I) <u>Etude Motorisation du mini-robot</u>.....	4
a) Calcul de la résistance et du courant de démarrage de chaque moteur.....	4
b) Mesures de la tension minimale du moteur à vide et en charge.....	5
 II) <u>Etude Hacheur avec 1 transistor</u>.....	7
a) Etude et la réalisation de la commande MLI avec le comparateur.....	7
b) Etude et la réalisation du hacheur à un transistor Bipolaire et MOSFET.....	9
 III) <u>Etude Hacheur avec 4 transistors (Bipolaire)</u>	14
a) Etude et la réalisation du hacheur en pont en H bipolaire.....	14
b) Mesure du courant et la Table de commande Bipolaire.....	16
 IV) <u>Etude Hacheur avec 4 transistors (Unipolaire)</u>	18
a) Etude et la réalisation du hacheur en pont en H unipolaire	18
b) Mesure du courant et la Table de commande Unipolaire.....	21
 Conclusion	24

Introduction

Il s'agit de faire durant la première partie du semestre, une étude matérielle d'un mini-robot autonome, et durant la deuxième partie du semestre, nous ferons la programmation de ce dernier. En effet, ce mini-robot est alimenté sous une pile de 9V, qui sera capable de suivre une trajectoire prédéfinie. Nous allons vous présenter seulement l'étude matérielle de ce dernier.

En effet, le travail consistera à faire dans un premier temps, une étude caractéristique des moteurs des roues du mini-robot, pour qu'il puisse se déplacer sur un support.

Par la suite, réaliser des hacheurs avec un ou plusieurs transistors pour la variation de la vitesse des moteurs.

Et enfin, faire une étude de ces hacheurs à transistor bipolaire et unipolaire, pour voir les différences et les performances qu'ils pourraient apporter aux moteurs du mini-robot.

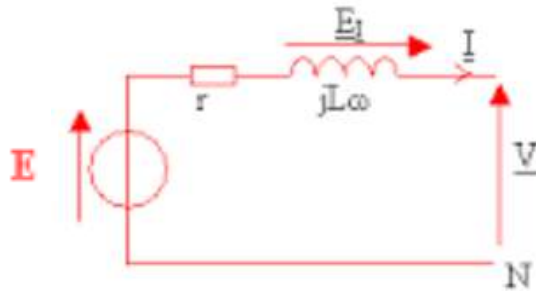
Quel sera le type de transistor approprié pour le hacheur à 1 transistor (Bipolaire ou MOSFET) et pour le hacheur à 4 transistors (Bipolaire ou Unipolaire) qui pourront fournir aux moteurs les meilleures performances techniques ?

Malheureusement, nous n'avons pas été assez efficace durant la séance, nous ne sommes pas arrivé jusqu'à la fin du devoir, nous n'avons pas fait la partie du « Montage final avec les deux moteurs ».

I) Etude Motorisation du mini-robot

a) Calcul de la résistance et du courant de démarrage de chaque moteur

Le mini-robot est composé de 2 moteurs. Schématiquement un moteur est composé d'une force électromotrice (E_m), d'une inductance et d'une résistance en série.



En effet, lorsque le bobinage d'un inducteur de moteur est alimenté par un courant continu, il crée un champ magnétique entraînant la rotation du rotor.

C'est pourquoi, nous utiliserons un moteur avec un aimant permanent à courant continu soit un « PMDC motor » (permanent magnet direct courant).

Pour calculer la résistance de chaque moteur, nous devons pour la manipulation, le faire en bloquant le rotor sous tension réduite (U) de 3V. Il faut donc mesurer le courant (I) avec un ampèremètre car :

Pour trouver la valeur de la résistance R , on utilise la loi d'Ohm : $R = U/I$.

- Pour la roue n°1, on trouve $I = 0.3A$ Donc $R = 3/0.3 = \underline{10\Omega}$.
- Pour la roue n°2, on trouve $I = 0.4A$ Donc $R = 3/0.4 = \underline{7.5\Omega}$.

Pour trouver le courant de démarrage maximal on remplace $U = 9V$ au lieu de 3V.

- Pour la roue n°1, on trouve $I_{\text{démarrage max}} = U/R = 9/10 = \underline{0.9A}$.
- Pour la roue n°2, on trouve $I_{\text{démarrage max}} = \text{Donc } R = 9/7.5 = \underline{1.2A}$.

b) Mesure de la tension minimale du moteur à vide et en charge

Pour ce travail, nous avons mesuré la tension minimale permettant de faire démarrer le moteur. Il ne démarre pas lorsque l'on commence à fournir une tension. Il y a un seuil entre une tension nulle et la tension minimale pour faire démarrer le moteur. Ce seuil correspond aux frottements secs du moteur.

Nous avons donc mesuré la tension dans les deux sens de rotation sous deux conditions : « A vide » et « En charge ». Il y a 4 choses à comprendre :

- * Il faut comprendre que lorsque l'on délivre une tension pour mettre en marche le moteur, on n'obtient pas la même tension dans les deux sens de rotation des deux roues.

- * Pour faire tourner les roues dans les deux sens, on doit brancher correctement les polarités (+ et -) pour faire avancer le mini-robot en marche avant. Et inverser les polarités pour le faire tourner les roues dans l'autre sens afin de faire reculer le mini-robot en marche arrière.

- * Faire la mesure d'un moteur dit : « à vide », signifie que l'on n'entraîne rien pour faire passer le courant permettant le démarrage de ce moteur.

- * Et faire la mesure d'un moteur dit : « En charge » signifie que l'on doit entraîner une certaine résistance pour freiner/retarder le démarrage du moteur. Ce qui réduit forcément le courant et donc une augmentation de la tension.

- Voici les mesures en marche avant du mini-robot :

A vide :

Moteur droit : $V_{1min} = 1,2V$; Moteur gauche : $V_{2min} = 1V$

En charge :

Moteur droit : $V_{3min} = 1,7V$; Moteur gauche : $V_{4min} = 1,6V$

- Voici les mesures en marche arrière du mini-robot :

A vide :

Moteur droit : $V_{5min} = 1,3V$; Moteur gauche : $V_{6min} = 1,2V$

En charge :

Moteur droit : $V_{7min} = 1,9V$; Moteur gauche : $V_{8min} = 1,8V$

II) Etude Hacheur avec 1 transistor

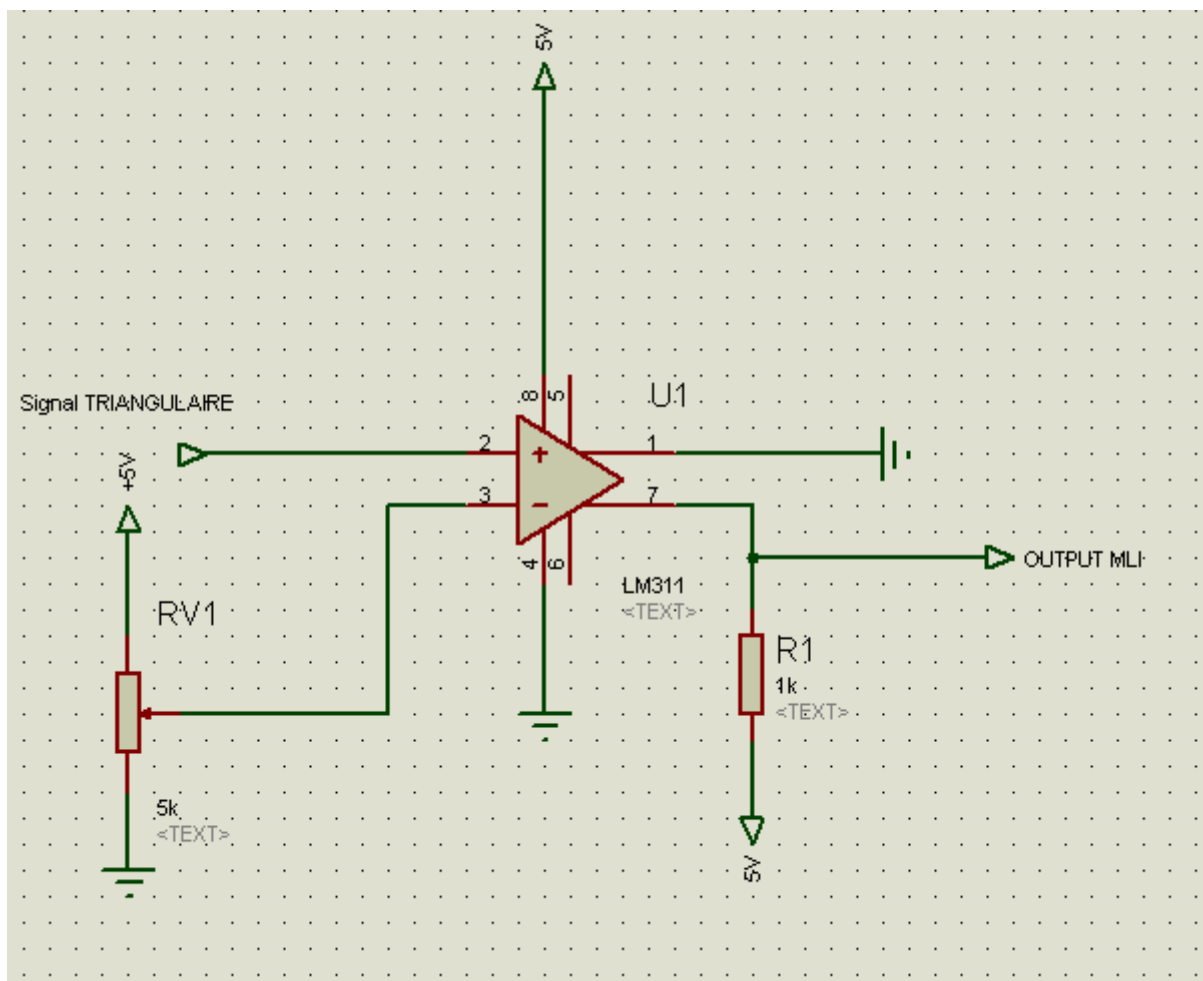
a) Etude et la réalisation de la commande MLI avec un comparateur

La commande MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion) ou PWM (Pulse Width Modulation) est nécessaire pour la variation de vitesse du moteur. Il s'agit de la réaliser.

Grâce à un comparateur (LM311) et à un GBF (Générateur de basses fréquences), nous avons un signal triangulaire d'amplitude 1V (mini) – 4V (maxi) avec une fréquence de 1kHz.

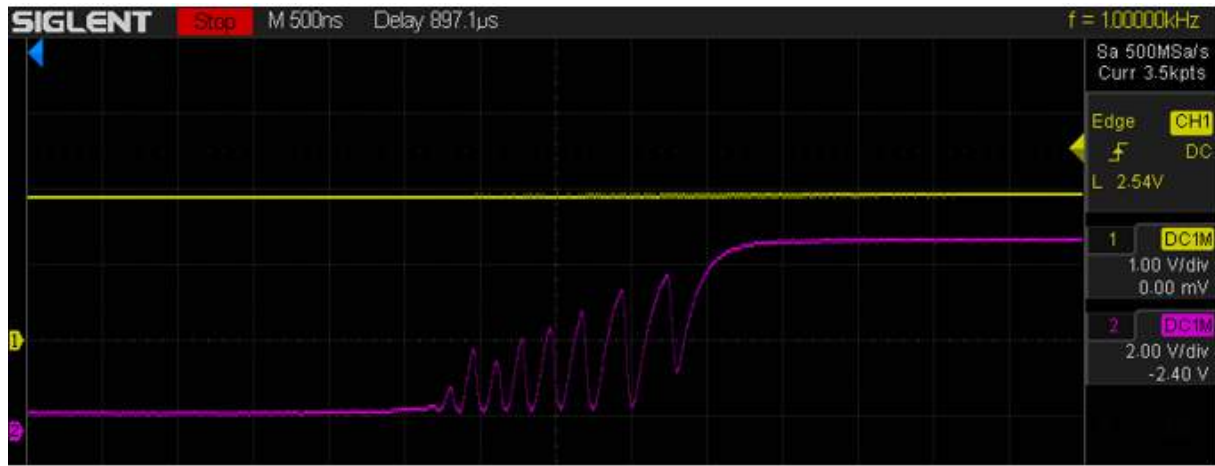
Cette commande MLI va générer un signal carré (0-5V) correspondant au rapport cyclique de 0 à 1. Elle correspondra à un potentiomètre branché sur la plaquette d'essai qui génèrera ce même signal. Nous avons choisi une résistance $R1 = 1k\Omega$ et $RV1$ (potentiomètre) = $5k\Omega$.

Voici la commande pour la faire démarrer sous une tension de 5V avec le comparateur :



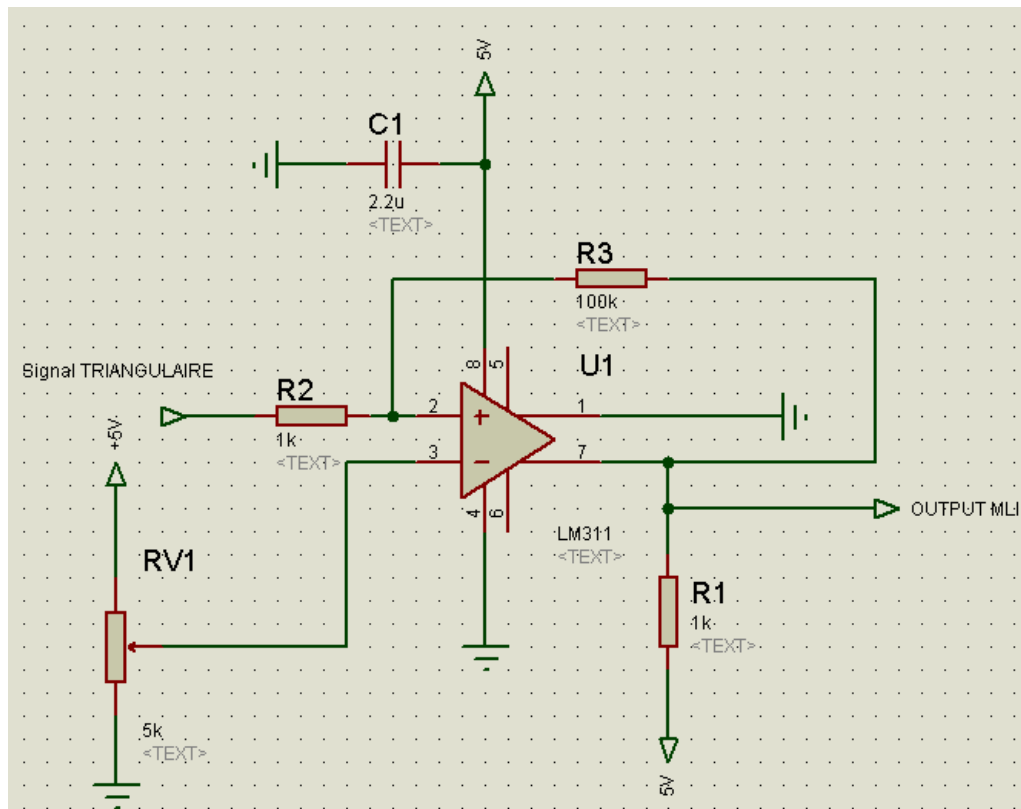
En effet, ce montage présente des problèmes à la commutation. En effet ce sont les composants utilisés dans ce montage qui présentent les perturbations du signal.

Voici le signal dont il est question :



Pour résoudre ce problème, on rajoute un condensateur de découplage pour retirer la composante continue de la perturbation et également une résistance très élevée que l'on met en contre-réaction.

Voici le montage avec le condensateur et la résistance de 100kΩ :



Grâce à ce montage et à l'hystérésis, on voit une amélioration du signal en réduisant le bruit.

Voici le signal dont il est question :

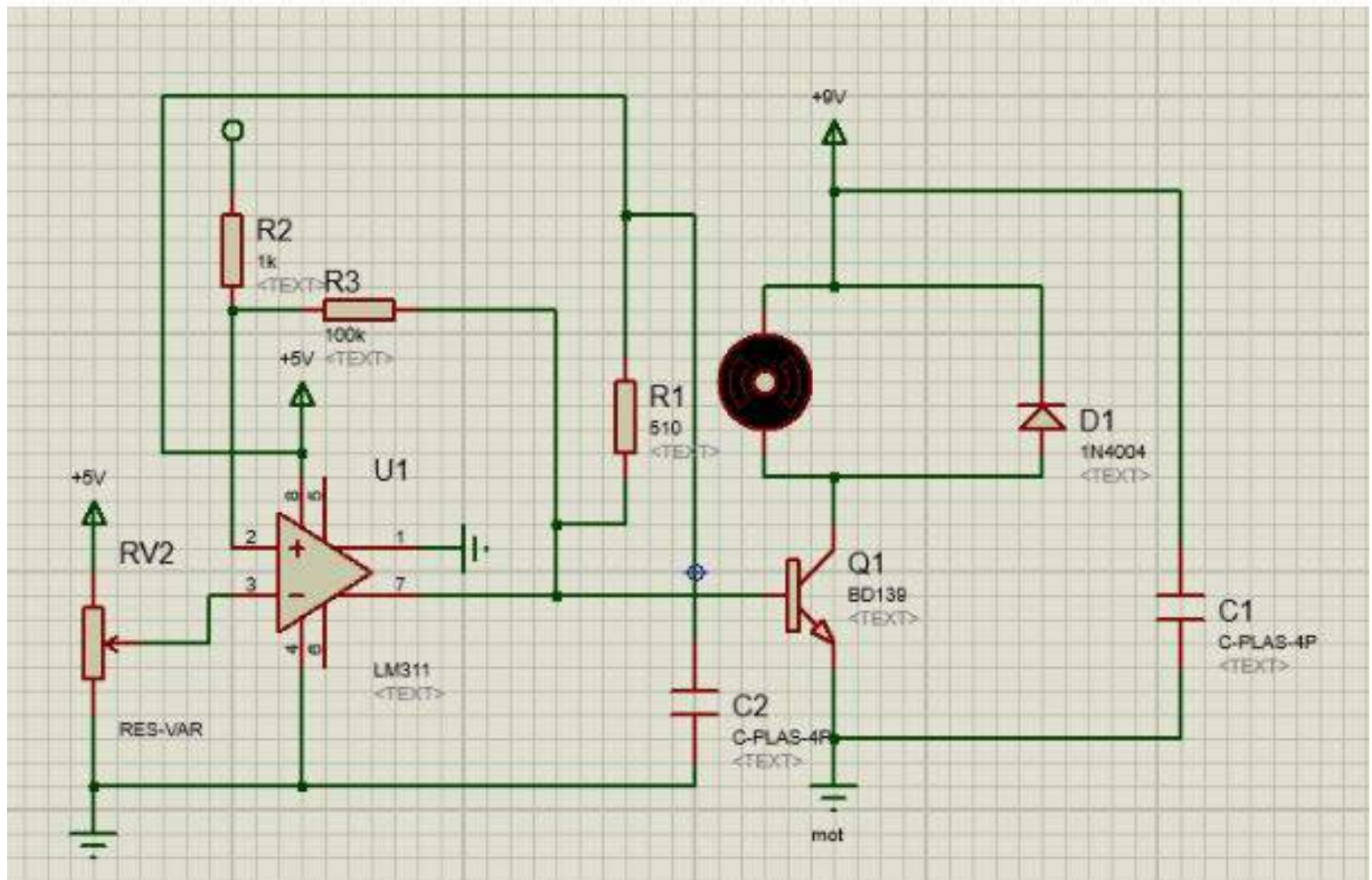


b) Etude et la réalisation du hacheur commandé par la MLI

Nous devons réaliser un hacheur à transistor sous une tension d'alimentation de 9V.

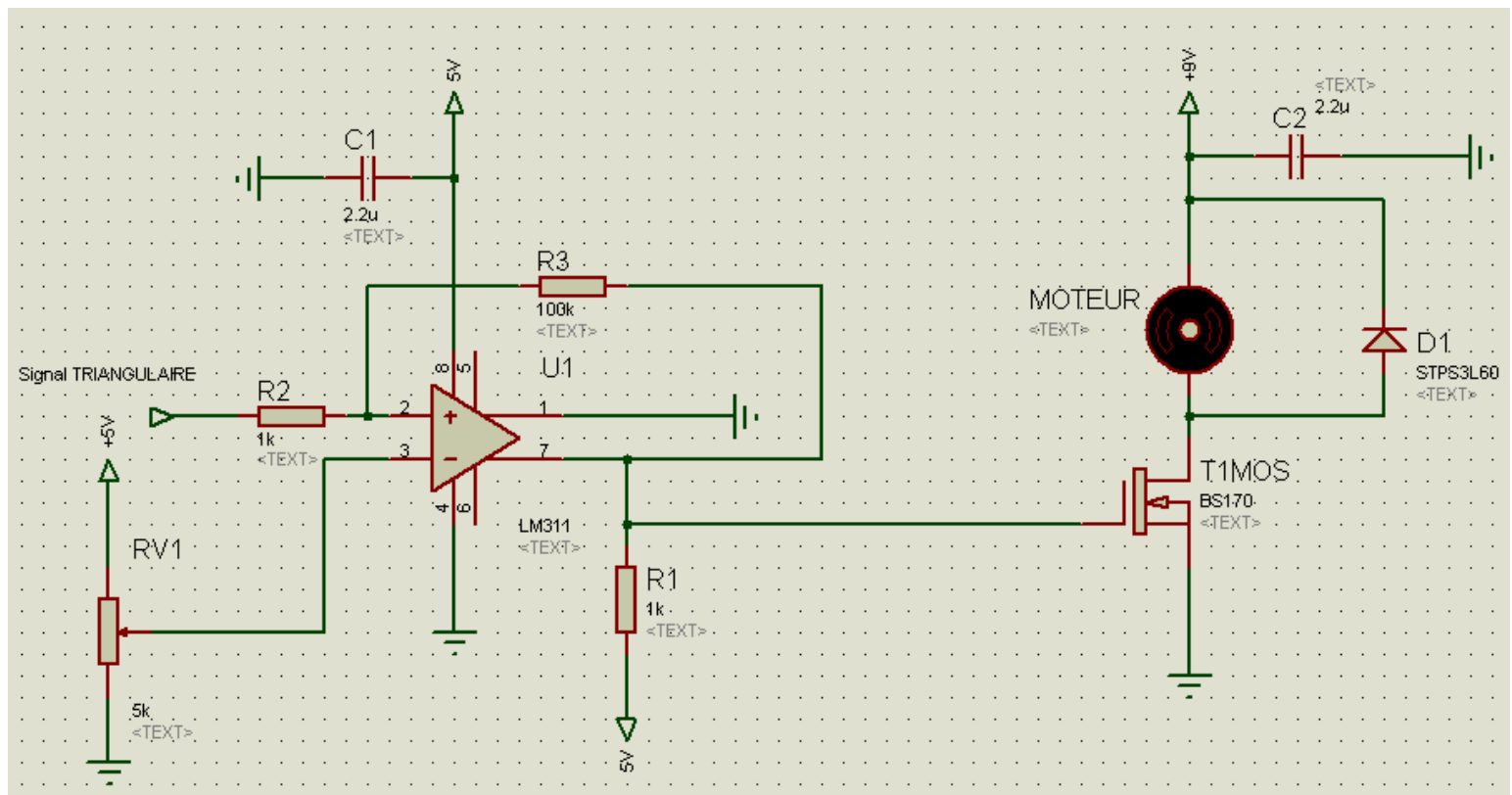
A savoir, un transistor bipolaire BD139 et une diode de redressement 1N4002 qui sera commandé par la MLI que nous avons réalisé dans la partie précédente.

Voici le montage correspondant avec l'ajout du moteur du mini-robot :



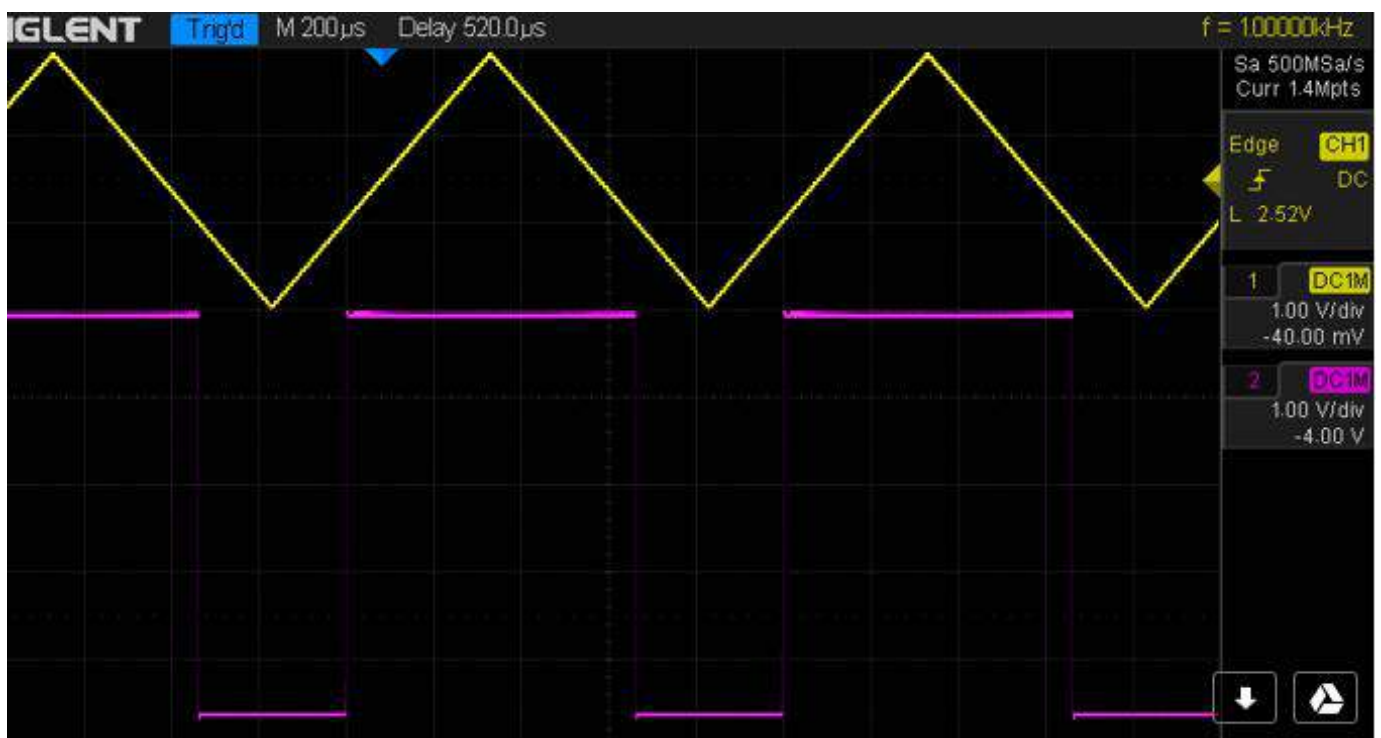
Nous avons réalisé un hacheur à un transistor MOSFET BS170 et une diode de puissance rapide une diode SHOTTKY et qui sera commandé par la MLI.

Voici le montage correspondant du MOSFET BS170 :

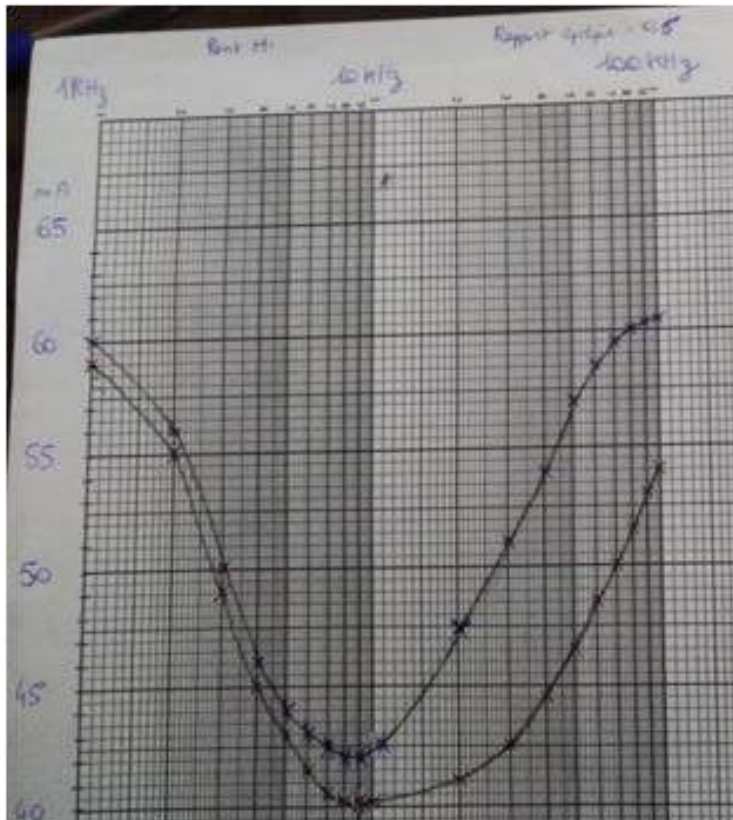


Ainsi donc, nous devons mesurer le courant absorbé des 2 hacheurs ci-dessus en fonction de la fréquence pour $f = 1\text{kHz}$ à 100kHz . Nous devons régler par la même occasion le rapport cyclique du signal qui sera de 0,6.

Voici le signal triangulaire et le rapport cyclique correspondant :



Voici le graphique correspondant :



Bipolaire en bleue
(courbe en haut)

MOSFET en rouge
(courbe en bas)

* Nous constatons tout d'abord que, pour les basses fréquences (1kHz), la consommation du courant est élevée. Elle est de 60mA pour le Bipolaire et 58mA pour le MOSFET donc le courant consommé du Bipolaire est supérieur au MOSFET.

Cette consommation (basses fréquences) est due aux pertes joules.

* Nous constatons ensuite que, pour les hautes fréquences (100kHz), la consommation du courant est également élevée. Est de 60,5mA pour le Bipolaire et 54mA pour le MOSFET.

La consommation pour le bipolaire est quasiment la même dans les basses et les hautes fréquences tandis que pour le MOSFET qui a une consommation toujours inférieure au Bipolaire, mais qui est plus faible dans les hautes fréquences par rapport aux basses fréquences.

Cette consommation (hautes fréquences) est due aux pertes par commutation.

* Et enfin pour les moyennes fréquences ($\approx 10\text{kHz}$, de 4kHz à 20kHz environ), pour les 2 transistors, nous avons une consommation minimale du courant correspondant au rendement maximum du moteur.

Pour le Bipolaire, nous avons une consommation minimale de 42mA et de 40mA pour le MOSFET. Donc le MOSFET consomme moins que le Bipolaire d'une différence de 2mA.

On note des améliorations avec le MOSFET car il a moins de pertes joules et des pertes par commutation dans les basses et hautes fréquences. Pour ce qui est des moyennes fréquences, le MOSFET procure un meilleur rendement que le Bipolaire.

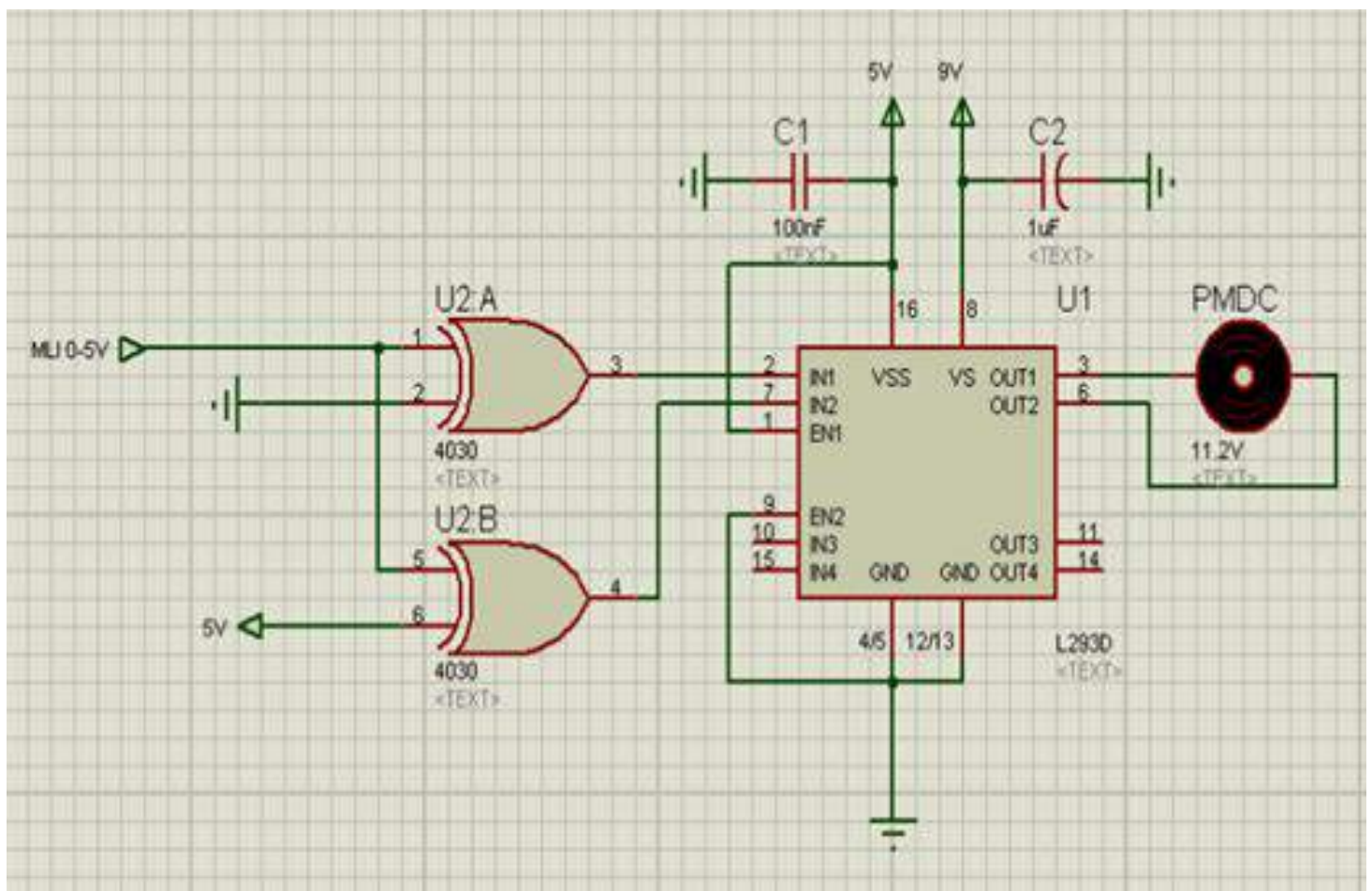
Donc la meilleure solution pour réduire les pertes en ayant le meilleur rendement est le MOSFET, en contrepartie, sa vitesse de commutation est très faible par rapport au Bipolaire.

III) Etude Hacheur avec 4 transistors (Bipolaire)

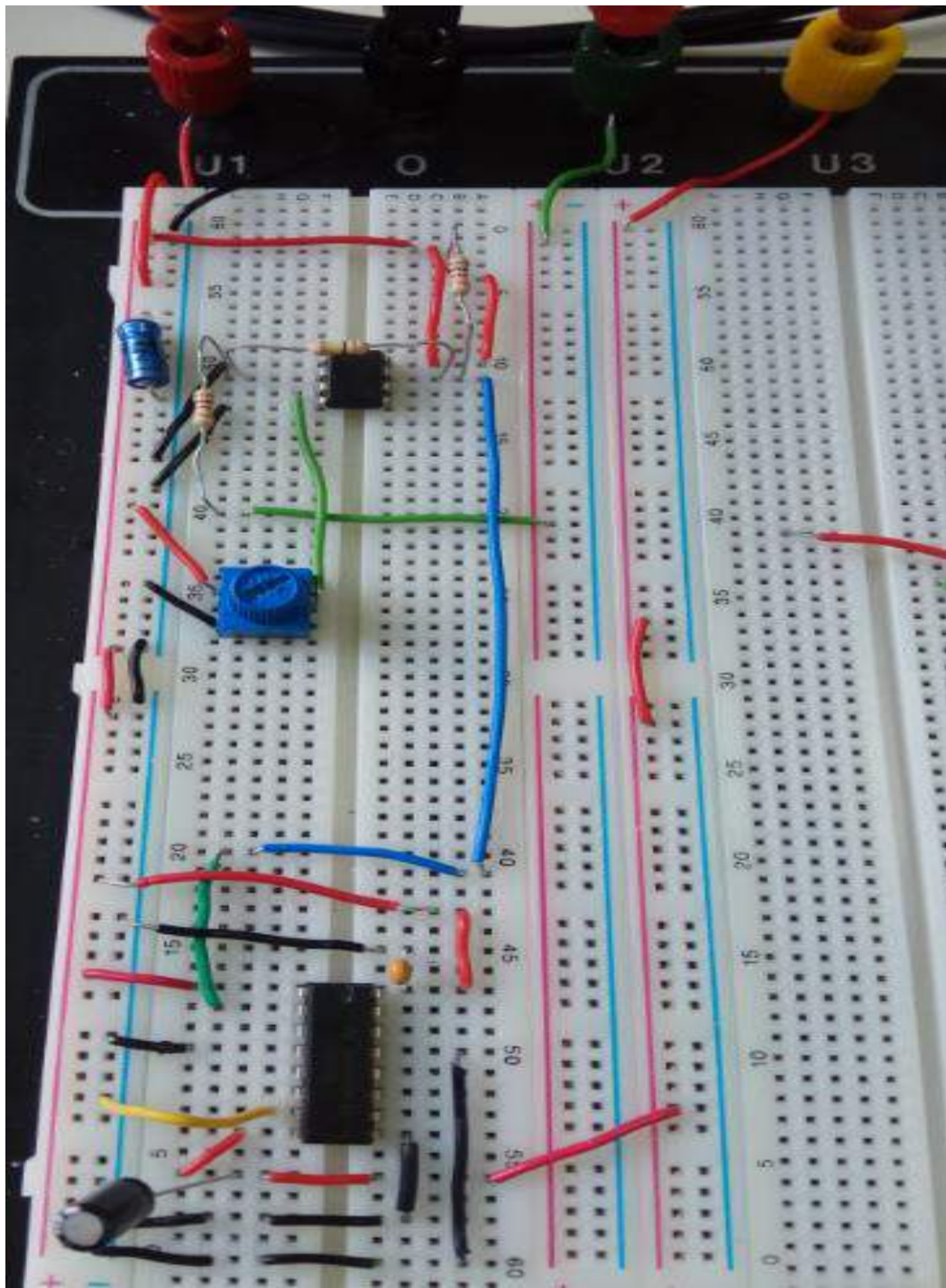
a) Etude et la réalisation du hacheur en pont en H Bipolaire

Nous devons réaliser un hacheur en pont en H suivi d'un circuit intégré L293D. Nous devons le câbler en mode bipolaire soit les 4 transistors utilisés. Nous devons intégrer également pour réaliser l'inversion, un inverseur (Circuit CMOS 4030).

Voici le montage sur ISIS du hacheur correspondant :



Voici le montage sur la plaquette d'essais du hacheur correspondant :



Grâce à la commande MLI et au potentiomètre, on peut faire varier la vitesse des roues du moteur dans les deux sens.

En effet, l'alimentation doit être à 9V pour mesurer la tension aux bornes du moteur.

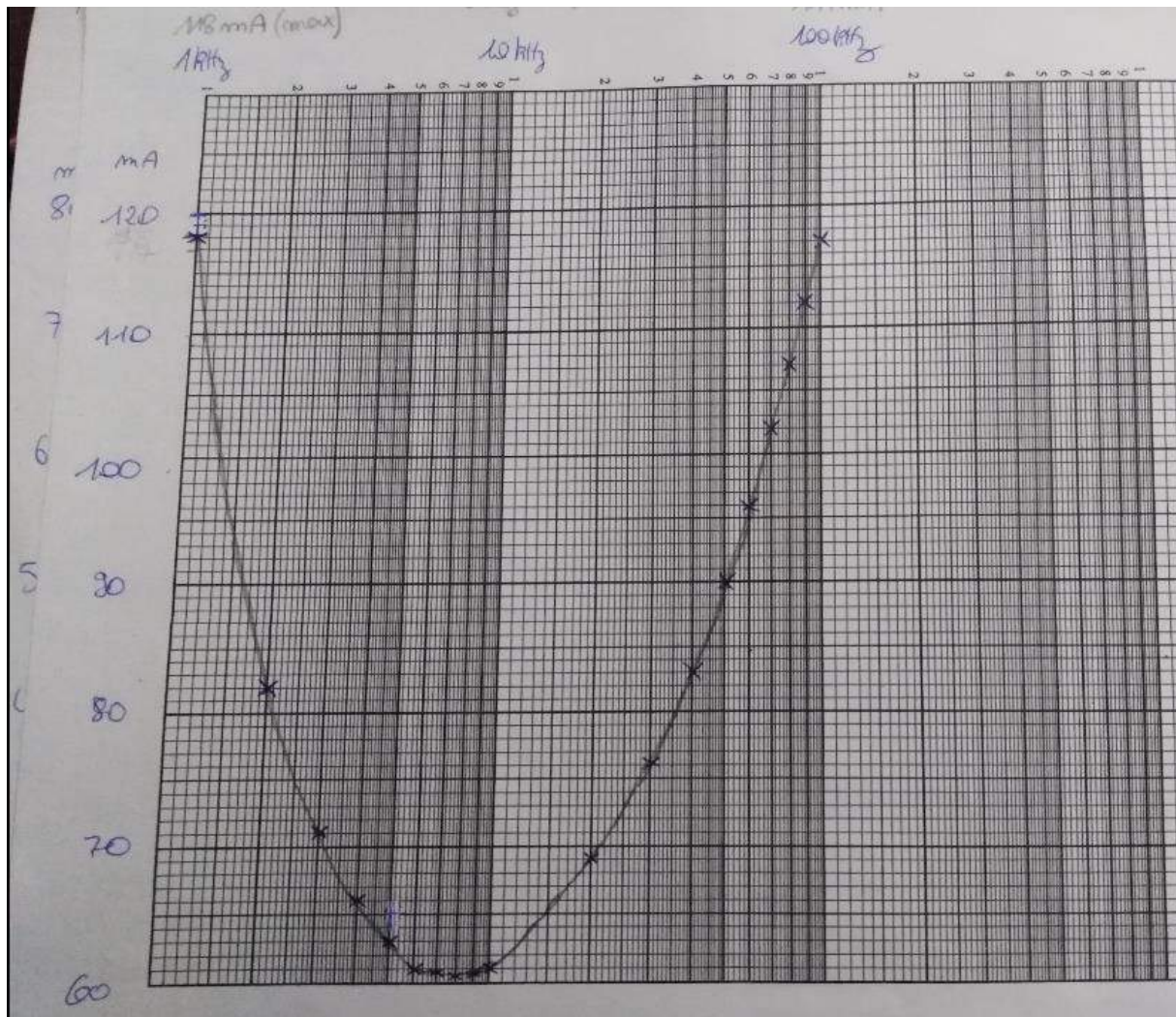
Quand la MLI est à l'état 0 : On a une tension de -9V.

Quand la MLI est à l'état 1 : On a une tension de +9V.

b) Mesures du courant et la Table de commande Bipolaire

Pour mesurer le courant absorbé en fonction de la fréquence avec ($f = 1\text{kHz}$ à 100kHz). Nous devons brancher les câbles d'alimentations et régler le potentiomètre de façon à avoir un rapport cyclique de 0,8 ou de 0,2.

Voici le graphique correspondant :



Ainsi, le courant absorbé est au maximum pour les basses et hautes fréquences qui est d'environ de 118mA (Pertes joules et pertes à la commutation). Et un courant absorbé minimale de 60mA environ pour 8kHz.

Nous avons mesuré le courant consommé pour l'arrêt moteur avec un rapport cyclique de 0,5 qui est de 41,3mA pour une fréquence de 1kHz.

Voici la table de commande du moteur. Nous avons simplement changé la valeur du rapport cyclique en fonction de vitesse et du sens des roues du moteur. Ce tableau permet de clarifier que l'on peut faire varier la vitesse dans les deux sens.

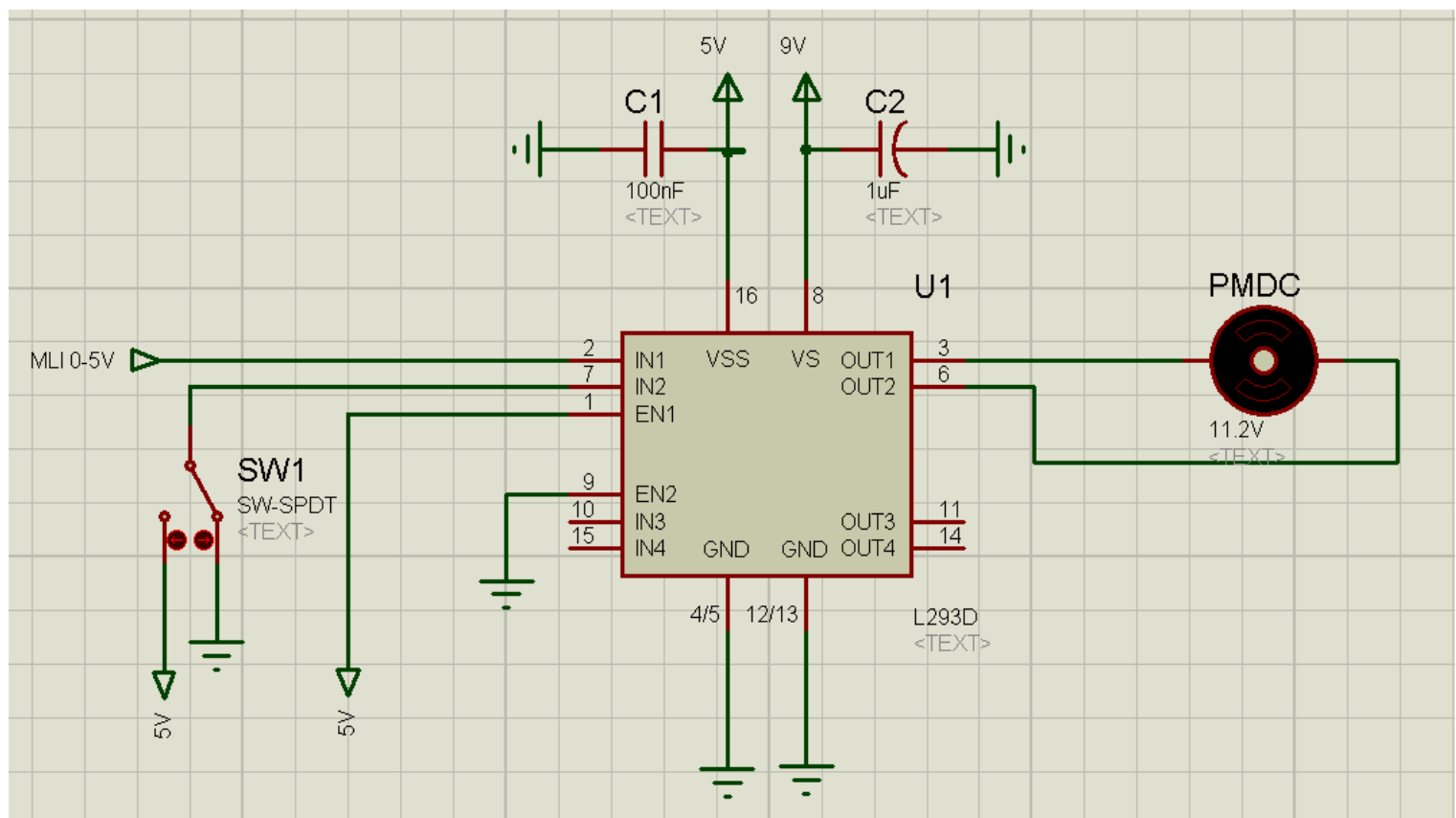
Marche	Vitesse	Plage Rapport cyclique MLI
AV	MINI à MAXI	0,6 à 1
AV ou AR	NULLE	0,4 à 0,6 ($\approx 0,5$)
AR	MINI à MAXI	0,4 à 0

IV) Etude Hacheur avec 4 transistors (Unipolaire)

a) Etude et la réalisation du hacheur en pont en H unipolaire

Nous devons réaliser un hacheur en pont en H suivi d'un circuit intégré L293D. Nous devons le câbler en mode unipolaire soit les 2 transistors sont utilisés sur les 4. Nous devons intégrer également pour réaliser l'inversion, un inverseur (Circuit CMOS 4030).

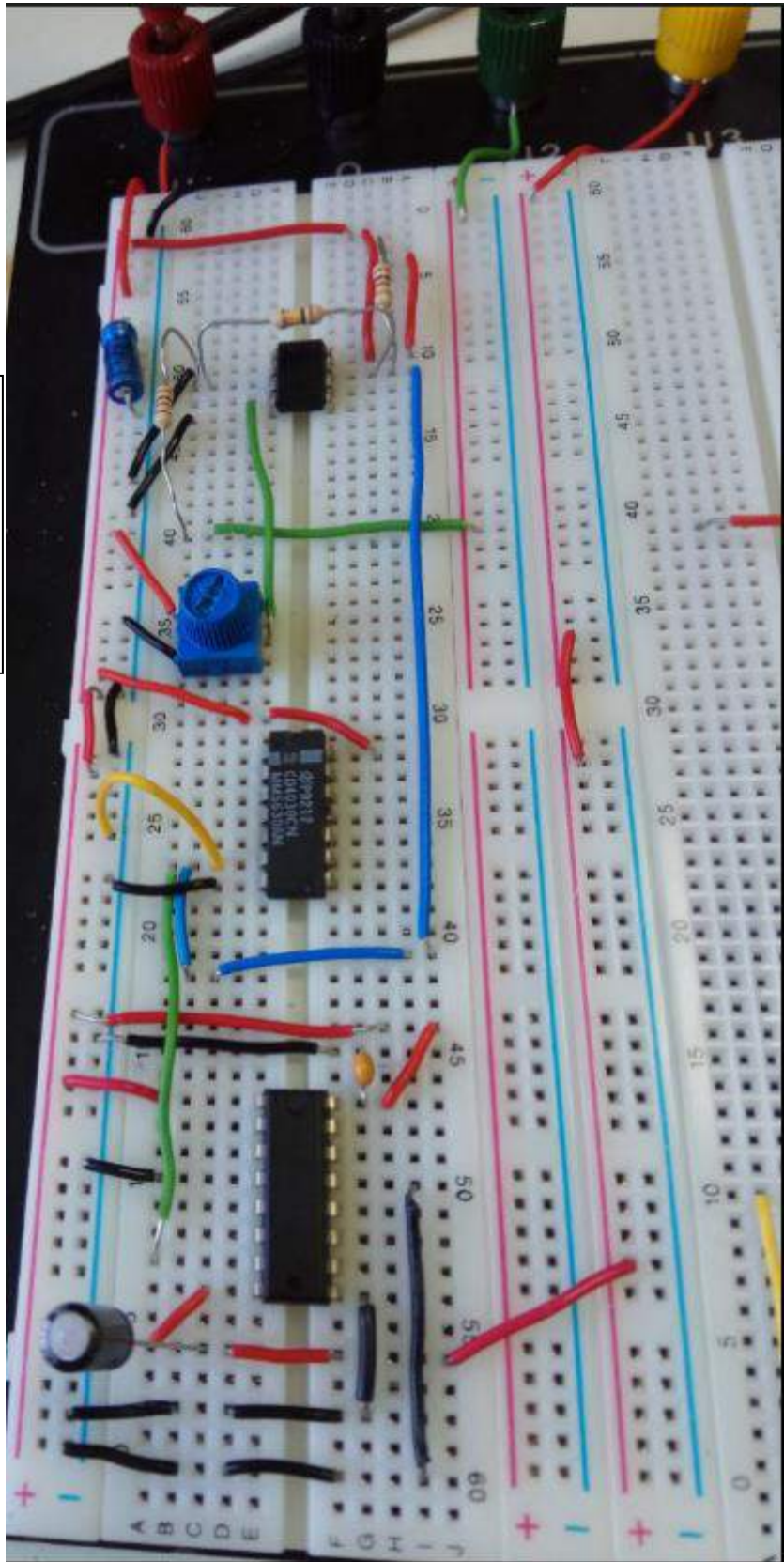
Voici le montage sur ISIS du hacheur correspondant :



Voici le montage sur la plaquette d'essais du hacheur correspondant :

Le seul câble jaune sur le montage permet de montrer le switch (masse ou +5V) qui correspond à la commande SENS.

On constate que sur le montage, le câble est branché à la masse.



Il y aura deux commandes contrairement au précédent montage : La MLI pour la vitesse et la commande SENS « switch » (0 ou 5V) pour le réglage du sens de rotation des roues.

En effet, l'alimentation doit être à 5V pour mesurer la tension aux bornes du moteur.

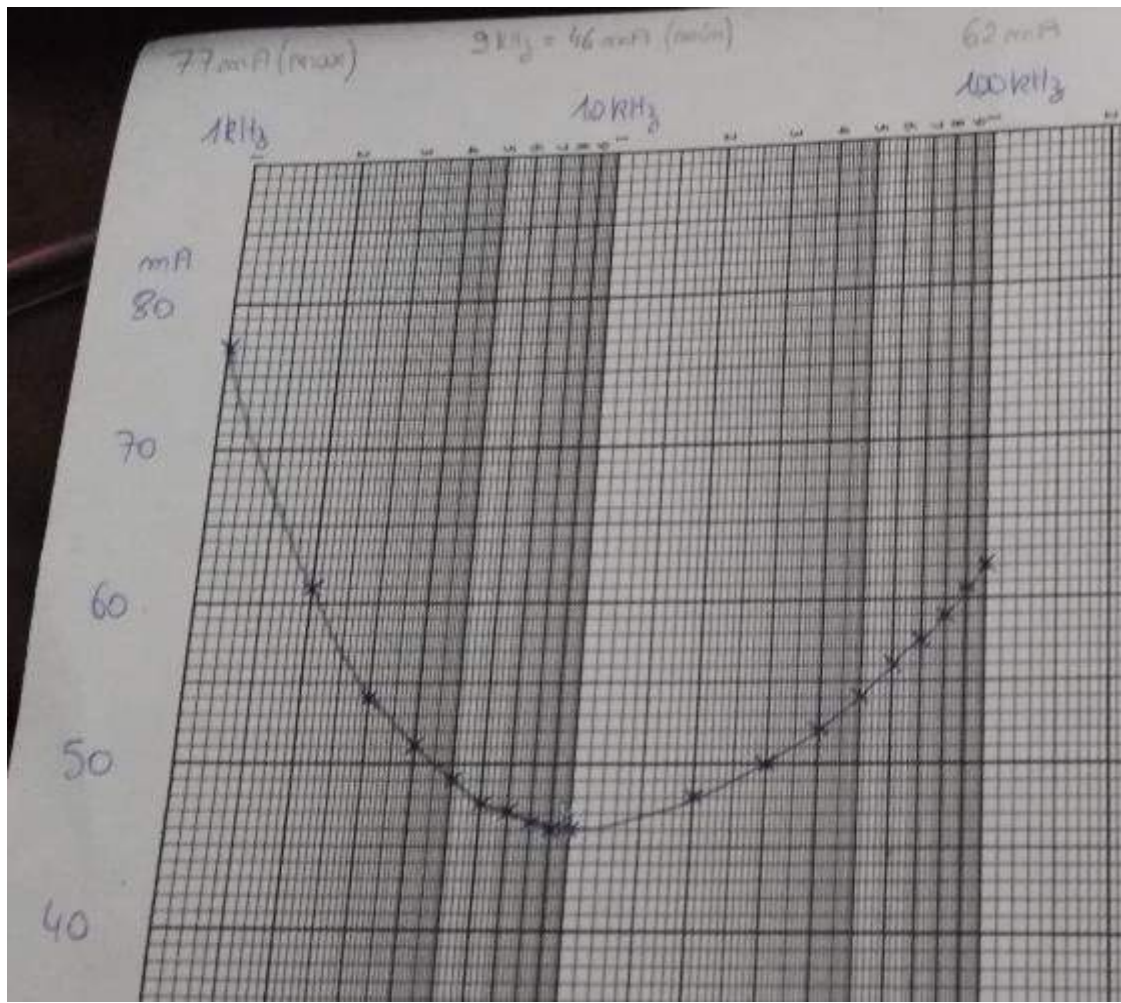
Quand la MLI est à l'état 0 : On a une tension de 0V.

Quand la MLI est à l'état 1 : On a une tension de +5V.

b) Mesures du courant et la Table de commande Unipolaire

Pour mesurer le courant absorbé en fonction de la fréquence avec ($f = 1\text{kHz}$ à 100kHz). Nous devons brancher les câbles d'alimentations et régler le potentiomètre de façon à avoir un rapport cyclique de 0,6 ce qui diffère du Bipolaire.

Voici le graphique correspondant :



Ainsi, le courant absorbé est au maximum pour les basses fréquences est d'environ de 77mA (Pertes joules) Et un courant absorbé minimale est de 46mA environ pour 10kHz.

Nous avons mesuré le courant consommé pour l'arrêt moteur avec un rapport cyclique de 0 qui est de 27,9mA pour une fréquence de 1kHz.

On constate clairement que le courant consommé du Unipolaire est quasiment 2 fois moindre que celui du Bipolaire. En effet, pour les basses fréquences, les pertes joules sont plus importants chez le Bipolaire, pour les hautes fréquences, les pertes à la commutation sont plus importants chez le Bipolaire également. Le courant minimal consommé est moindre chez le Unipolaire, ce qui fait que ce dernier à un meilleur rendement.

Comme pour la table précédente, nous avons simplement changé la valeur du rapport cyclique en fonction de vitesse et du sens de rotation des roues du moteur. Ce tableau permet de clarifier que l'on peut faire varier le potentiomètre que dans un seul sens.

On constate dans le tableau que, pour la marche avant du moteur avec une vitesse maximale, on règle la commande SENS à la masse et nous devrions avoir un rapport cyclique se rapprochant de 0.

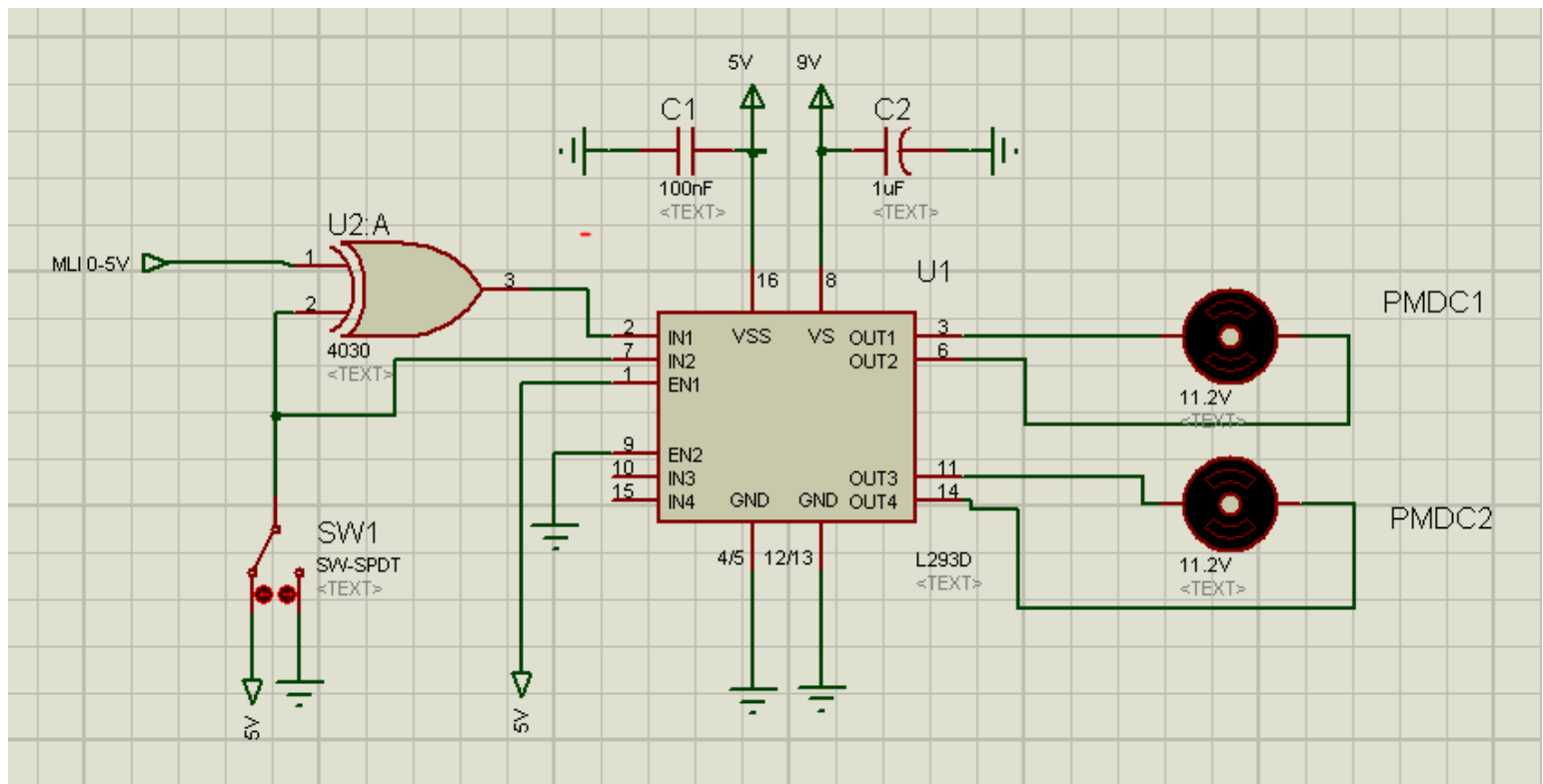
Par contre, pour la marche arrière du moteur avec une vitesse maximale, on règle la commande SENS à +5V et nous devrions avoir un rapport cyclique se rapprochant de 1.

Marche	Vitesse	Plage Rapport cyclique MLI	Commande SENS
AV	NULLE	0,2 à 1	0V (masse)
AV	MINI à MAXI	0,2 à 0	0V (masse)
AR	NULLE	0,8 à 0	+5V
AR	MINI à MAXI	0,8 à 1	+5V

Le problème avec cette table de commande Unipolaire, c'est que le sens de la marche avant et arrière des roues ne correspond pas de la commande SENS.

Pour régler définitivement la question du problème posé, sans modifier la vitesse des roues, nous devons rajouter dans le montage, un inverseur 4030 à l'entrée de la commande MLI et en parallèle de la commande SENS.

Voici le montage correspondant :



Conclusion

Dans le premier cas, le hacheur à 1 transistor, le MOSFET est la meilleure des solutions, car il a moins de pertes joules et à la commutation dans les basses et hautes fréquences et à le meilleur rendement que le Bipolaire, néanmoins à la commutation, il est moins rapide.

Dans le deuxième cas, le hacheur à 4 transistors, le hacheur Unipolaire est également la meilleure des solutions, car tout d'abord, il commute 2 transistors sur les 4 contrairement au Bipolaire qui lui, gère les 4 en même temps ;
Ce qui fait qu'il est plus économique pour l'ajout de transistors.

Ensuite, sachant qu'il commute 2 transistors, il subit 2 fois moins de pertes joules et par commutation.

Enfin, on a constaté sur les graphiques qu'il consomme 2 fois moins de courant et donc il a forcément un meilleur rendement que le bipolaire mais en contrepartie, il est 4 fois moins rapide par commutation. Mais bon, ces performances compensent largement ce petit défaut.